Vestnik zoologii, **42**(3): 249—254, 2008
В. Б. Шуваликов

УДК 595.771(477.72)

ЦИТОГЕНЕТИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ПОПУЛЯЦИЙ МАЛЯРИЙНЫХ КОМАРОВ В НИЖНЕМ ПРИДНЕПРОВЬЕ

В. Б. Шуваликов

Институт зоологии им. И. И. Шмальгаузена НАН Украины,
ул. Б. Хмельницкого, 15, Киев, 01601 Украина

Принято 29 октября 2007

Цитогенетический мониторинг популяций малярийных комаров в Нижнем Приднепровье. Шуваликов В. Б. — Представлены результаты последнего этапа многолетнего мониторинга нижнеднепровской популяции малярийного комара с использованием метода цитогенетики. Показана биотопическая дифференциация для трех видов комплекса *Anopheles maculipennis* Meigen. После 2000 г. произошло восстановление доминирующего положения *A. messeae* Falleroni в популяции плавней, а группировки, тесно связанные с ирригационными системами, претерпели серьезные изменения в последние годы под действием антропогенного фактора. Наблюдается возрастание роли *A. hyrcanus* Pallas в разных типах водоемов.

Ключевые слова: малярийные комары, цитогенетика, комплекс видов-двойников *Anopheles maculipennis.*

Cytogenetical Monitoring of the Malaria Mosquito Population in Lower Dnieper Area. Shuvalikov V. B. — The last cut of long-term cytogenetical monitoring of malaria mosquito populations in the lower Dnieper area is presented. The main object of investigations were the changes in the species proportions in a mixed population of the malaria mosquito. Biotopical differentiation for the species of *Anopheles maculipennis* Meigen. complex is demonstrated. The restitution of *A. messeae* Falleroni dominance in the reedbeds was obtained affer 2000 year, but some populations, which were closely connected with the anthropogenic factor. Increasing of *A. hyrcanus* Pallas role in water bodies of different types was recently observed.

Key words: malaria mosquito, cytogenetics, *Anopheles maculipennis* sibling species complex.

Введение

Плавни Нижнего Днепра, возможно, крупнейший анофелогенный очаг юга Украины. Здесь в массовом количестве встречаются виды комплекса *Anopheles maculipennis*, а также *A. hyrcanus,* стоящий особняком. Сходные по морфологии виды-двойники, однако, неравноценны в качестве переносчиков малярии. Их количественное соотношение, характерное для данного ландшафта — важный параметр с точки зрения эпидемиологии. Попытки выяснить это соотношение для плавней Нижнего Днепра осуществлялись еще на том этапе, когда угроза малярии была реальной (Прендель, 1937). Позже к этому вопросу вернулись в связи с зарегулированием Днепра, изменившим ранее сложившееся соотношение видов (Шевченко, Карро-Басовой, 1972). Дальнейшее преобразование экосистемы и динамика видовой структуры смешанной популяции малярийных комаров были прослежены нами (Шуваликов, 2003). Сохраняя преемственность с работами наших предшественников, мы, тем не менее, применили цитогенетический метод видовой диагностики, расширивший наши возможности.

Цитодиагностика видов-двойников комплекса *Anopheles maculipennis* основана на выявлении альтернативных состояний крупных блоков политенных хромосом (Стегний и др., 1973; Стегний, Кабанова, 1978), не содержит элементов неопределенности, прямо указывает на видовой статус форм, составляющих комплекс.

Старый метод определения видов основан на различиях в структуре экзохориона яиц малярийных комаров (Гуцевич и др., 1970), он позволял получить интегрированную картину, удовлетворявшую практическим потребностям эпидемиологов, но ряд важных вопросов экологии оставлял в тени.

При наличии значительного разнообразия личиночных биотопов в ландшафте естественно попытаться выяснить – какие именно типы водоемов предпочитает каждый из сосуществующих видов. По простоте и эффективности решения этого вопроса цитодиагностика имеет неоспоримые преимущества. То же можно сказать и об изучении динамики населения в смешанных популяциях.

Материал и методы

Материалом для работы послужили выборки личинок 4-го возраста, взятые в ряде пунктов Херсонской обл. в 1977—2006 гг. Основные сборы производились в окр. Голой Пристани и пос. Бехтеры, расположенного в 35 км южнее. Был выработан маршрут, позволяющий охватить все биотопическое разнообразие мест выплода комаров в районе Голой Пристани. Личинки, обитающие в разных типах водоемов, фиксировались отдельно.

Основные категории водоемов в Голой Пристани: пойменные, лежащие в плавнях, и несколько удаленные от Днепра, солоноватые, расположенные на границе Алешковских песков. Лишь немногие из упомянутых водоемов сохраняли черты естественного происхождения. Водоемы плавней, как правило, представляли собой каналы для вывода рыбацких лодок в русло Конки, одного из протоков в устьевой части Днепра. Их состояние во многом определялось характером хозяйственной деятельности. Солоноватые водоемы, как правило, были искусственного происхождения, нередко возникали при фильтрации через ложе рыборазводных прудов и лишь эпизодически были пригодны для выплода комаров. Их гидрохимические характеристики были весьма динамичны и напрямую зависели от погодных условий.

До сооружения Краснознаменского канала в Бехтерах отсутствовали условия для длительного существования популяций малярийных комаров. Их расцвет пришелся на тот период, когда в регионе активно занимались рисосеянием и окрестности пос. Бехтеры изобиловали залитыми рисовыми чеками. Однако в 1980 г. увлечение рисосеянием пошло на убыль, и с этих пор основными местами выплода личинок малярийных комаров стали вспомогательные каналы, которые при реально существующей практике эксплуатации то здесь, то там, содержали благоприятные микрониши. В период 2001—2006 гг. нами были отмечены кризисные явления в состоянии вспомогательных каналов, это побудило нас расширить район исследований и дополнительно привлекать материалы, собранные в населенных пунктах Долматовка (в 20 км восточнее Бехтер) и Рыбальче (в 20 км западнее Голой Пристани).

Отловленных в природе личинок фиксировали в жидкости Карнуа. Слюнные железы извлекали и окрашивали 2%-ным раствором ацетлактоорсеина. В 45%-ном растворе уксусной кислоты железы раздавливались. Полученные препараты анализировали с помощью стандартных хромосомных фотокарт (Стегний и др., 1973; Стегний, Кабанова, 1978). Попадавшийся в сборах *A. hyrcanus* отделялся до кариотипирования на основании существующих морфологических отличий от экземпляров личинок комплекса *Anopheles maculipennis* (Гуцевич и др., 1970). Это явилось новым элементом по отношению к предыдущей работе (Шуваликов, 2003). Необходимость пересмотра роли вида *A. hyrcanus* в системе динамических изменений в населении комаров Нижнего Днепра была осознана нами в результате значительного роста относительной численности этого вида в большинстве биотопов, ранее заселенных исключительно комарами комплекса *Anopheles maculipennis*.

Результаты и обсуждение

Как мы уже отмечали, результаты, полученные традиционным способом, основанном на анализе структуры экзохориона яиц, представляли собой весьма обобщенную картину. Пойманные оплодотворенные самки, кладки которых и анализировались, могли проделывать немалые расстояния от места выплода до дневки. Здесь обозначалось противоречие между характером материала, которым располагали наши предшественники, и их аргументами в защиту своей концепции. Дело в том, что в большинстве случаев выявляемые тенденции толковались с учетом водного фактора, который, вне всякого сомнения, в биологии малярийных комаров играет важную роль. Так, например, было отмечено изменение соотношения видов в нижнеднепровской популяции, произошедшее в результате зарегулирования Днепра (Шевченко, Карро-Басовой, 1972). Увеличение относительной численности галофильного вида *A. atroparvus* объясняли прогрессирующим засолением низовий Днепра, вызванным эксплуатацией гидросооружений. Перед нами встала задача, как сгруппировать данные о составе многообразных выборок, чтобы наши материалы можно было сопоставлять с полученными ранее результатами с наименьшими потерями. Поэтому мы приняли

решение разделить полученные данные на две группы. В первой группе мы приводим материалы, доказывающие наличие межвидовой биотопической дифференциации на стадии личинок. Во второй группе мы приведем материалы, характеризующие видовой состав популяций на последнем этапе – в период 2001—2006 гг. Результаты анализа данных первой группы позволят нам выработать систему поправок, дающую возможность корректного сопоставления данных цитодиагностики с данными наших предшественников, сохраняя, таким образом, необходимую преемственность.

Выяснить, из каких элементов слагаются особенности анофелогенного ландшафта, можно лишь, обратившись к данным о населении локальных водоемов (табл. 1). Выборки 1—4 взяты во временном водоеме, возникшем при фильтрации сквозь дамбу рыборазводного пруда на северной окраине Голой Пристани. В зависимости от погодных условий водоем, в той или иной степени, осолоняется. Галофильный *A. atroparvus* находит здесь оптимальные условия развития. Водоемы поймы в это же время заселены *A. messeae*. Такая биотопическая дифференциация заставляет переосмыслить положение о причинах роста относительной численности *A. atroparvus* (Шевченко, Карро-Басовой, 1972). Согласно этой версии, засоление Днепра в низовьях создает благоприятное условие для роста численности *A. atroparvus*. Но мы убедимся, что в самом Днепре, в его плавнях, эта тенденция отсутствует, в то время как галофильный вид размножается в водоемах другого типа, которые осолоняются по совершенно иным причинам. В то же время в период аварийного режима работы Каховской ГЭС (Линник и др., 1993) мы действительно наблюдали появление значительного количества *A. atroparvus* в водоемах плавней, где тогда имело место осолонение.

Наличие водоемов разного типа открывает возможности для биотопической специализации каждого вида, но этот процесс осложняется динамикой условий в водоемах. Серия выборок 5—11 охватывает 20-летний период и позволяет убедиться, как изменение режима в конкретном водоеме приводит к смене доминирующего вида, населяющего его. В период после 1985 г. нарушилась ранее существовавшая связь канала с Днепром. Его дальнейшее зарастание привело к тому, что *A. messeae*, приуроченный к типичным пойменным водоемам, перестал заселять его, уступив *A. maculipennis*. Чтобы глубже выявить природу предпочтений пары видов *A. messeae* – *A. maculipennis*, обратимся к

Таблица 1. Относительное содержание видов малярийных комаров в выборках из различных биотопов Голой Пристани

Table 1. Relative content of the malaria mosquito species in samples from different biotopes of Gola Pristan

Биотоп	№ выборки	Дата	Объем выборки	Виды *Anopheles*, %			
				messeae	*maculipennis*	*atroparvus*	*hyrcanus*
Временный	1	31.07.1985	81	81,5 ± 4,3	2,5 ± 1,7	16,0 ± 4,1	0
	2	03.10.1985	145	2,0 ± 1,2	2,8 ± 1,4	95,2 ± 1,8	0
	3	22.09.1988	34	38,2 ± 8,3	0	61,8 ± 8,3	0
	4	27.09.1989	35	22,9 ± 7,1	45,7 ± 8,4	31,4 ± 7,8	0
Канал	5	09.06.1983	38	100	0	0	0
	6	18.06.1984	45	97,8 ± 2,2	0	2,2 ± 2,2	0
	7	31.07.1985	53	100	0	0	0
	8	10.10.2001	53	17,0 ± 5,2	73,6 ± 6,1	9,4 ± 4,0	0
	9	02.10.2002	40	0	100	0	0
	10	27.06.2003	24	4,2 ± 4,1	95,8 ± 4,1	0	0
	11	07.09.2006	23	0	95,7 ± 4,2	0	4,3 ± 4,2
Копанка	12	16.09.2003	65	15,3 ± 4,5	83,0 ± 4,7	1,5 ± 1,5	0
Пойма	13		157	92,9 ± 2,0	2,5 ± 1,3	1,3 ± 0,9	3,2 ± 1,4
Копанка	14	15.07.2004	52	100	0	0	0
Пойма	15		104	100	0	0	0

данным о составе выборок 12—15. Две пары выборок были взяты в одних и тех же водоемах в разные годы. В одном случае в изолированной от Днепра копанке преобладал *A. maculipennis*, тогда как в 20 м от первого водоема находились связанные с основным водотоком каналы, заселенные почти исключительно *A. messeae*. На следующий год только он и населял оба водоема. Причиной этого, безусловно, явился весьма высокий уровень воды в Днепре в 2004 г. — при разливе все особенности локальных водоемов нивелировались, и *A. messeae* заселял эти водоемы при полном отсутствии конкурентов.

Из приведенных примеров видно, насколько трудно выявить крупные тенденции в картине видового населения малярийных комаров. Также очевидно, что для получения взвешенных оценок необходимо делать акцент на состав населения плавней — это самая обширная и консервативная совокупность биотопов. Данные о населении множества других, мелких и неустойчивых по характеристикам водоемах, годятся на то, чтобы вносить некоторые поправки в основную картину.

Эти соображения в основном касаются природных биотопов, лишь частично подверженных антропогенному давлению, которые еще сохранились в Голой Пристани. В Бехтерах же существование популяций целиком связано с комплексом искусственных водоемов, режим условий в которых определяется характером их хозяйственной эксплуатации. Это создает в целом более напряженные условия существования популяций малярийных комаров. Закономерно, что именно в Бехтерах набирают силу тенденции, которые со временем могут в корне видоизменить состав смешанной популяции.

В таблице 2 приведены характеристики выборок, взятых за последние 6 лет. Приводимые данные по Голой Пристани охватывают лишь ту часть выборок, которая была отобрана в пойменных водоемах. Изменения в этой части популяции наиболее показательны. После отмеченного нами ранее роста

Таблица 2. Соотношение видов малярийного комара в выборках из нескольких популяций Нижнего Приднепровья

Table 2. Ratio of Malaria mosquito species in samples from some populations in the Lower Dnieper area

Пункт сбора проб	Дата	Объем выборки	Виды *Anopheles*, %			
			messeae	*maculipennis*	*atroparvus*	*hyrcanus*
Голая Пристань	31.07.2001	99	93,9 ± 2,4	6,1 ± 2,4	0	0
	25.06.2002	127	100	0	0	0
	03.10.2002	123	66,7 ± 4,3	1,6 ± 1,1	0	31,7 ± 4,2
	27.06.2003	164	90,3 ± 2,3	7,9 ± 2,1	1,8 ± 1,0	0
	16.09.2003	157	93,0 ± 2,0	2,5 ± 1,3	1,3 ± 0,9	3,2 ± 1,4
	15.07.2004	157	99,4 ± 0,6	0,6 ± 0,6	0	0
	14.09.2004	211	81,5 ± 2,7	2,8 ± 1,1	0	15,6 ± 2,5
	22.06.2005	128	99,2 ± 0,8	0	0	0,8 ± 0,8
	22.09.2005	193	61,1 ± 3,5	3,1 ± 1,2	2,1 ± 1,0	33,7 ± 3,4
	30.06.2006	76	86,8 ± 3,9	13,2 ± 3,9	0	0
	07.09.2006	76	60,5 ± 5,6	19,7 ± 4,6	0	19,7 ± 4,6
Бехтеры	30.07.2001	51	100	0	0	0
	26.06.2002	91	68,1 ± 4,9	30,8 ± 4,9	1,1 ± 1,1	0
	28.06.2003	53	79,2 ± 5,6	11,3 ± 4,3	9,4 ± 3,9	0
	19.07.2004	31	71,0 ± 2,6	25,8 ± 7,9	3,2 ± 3,2	0
	15.09.2004	113	64,6 ± 4,5	19,5 ± 3,7	4,4 ± 1,9	11,5 ± 3,0
	24.06.2005	148	21,0 ± 3,3	39,9 ± 4,0	39,2 ± 4,0	0
	08.09.2006	78	26,9 ± 5,0	2,6 ± 3,3	8,9 ± 3,2	61,5 ± 5,5
Долматовка	16.07.2004	100	23,0 ± 4,2	0	77,0 ± 4,2	0
	16.09.2004	29	24,1 ± 7,9	6,9 ± 4,7	31,0 ± 8,6	38,0 ± 9,0
	25.06.2005	139	15,1 ± 9,2	5,0 ± 1,8	79,9 ± 3,4	0
Рыбальче	23.09.2005	64	34,3 ± 5,9	1,0 ± 1,2	0	64,0 ± 6,0
	09.09.2006	55	40,0 ± 6,6	1,8 ± 1,8	0	58,2 ± 6,7

относительной численности *A. maculipennis* (Шуваликов, 2003) произошли процессы, почти вернувшие популяцию в состояние до 1988 г. *A. atroparvus* встречается единично, а *A. maculipennis* – несколько чаще. Доминирование *A. messeae* в наиболее характерных для него биотопах – вполне ожидаемая характеристика популяции на данном этапе. Новизну вносит лишь появление в заметных количествах *A. hyrcanus*. Ранее он попадался в наших сборах так редко, что мы могли и не обсуждать это при анализе материалов по комплексу видов-двойников. Примечательно, что при нализе ситуации в степном Крыму при строительстве Северо-Крымского канала *A. hyrcanus* даже не упоминается (Алексеев, 1974). В последний период *A. hyrcanus* стал заметным компонентом населения малярийных комаров в плавнях, каналах, избегая лишь временных водоемов. Изученность экологии этого вида несколько уступает таковой для комплекса *A. maculipennis*. Известно, однако, что максимума численности он достигает в конце сезона (Гуцевич и др., 1970), что очень хорошо подтверждается нашими данными по всем пунктам сбора.

Существование популяции малярийных комаров в окр. Бехтер было, по-видимому, осложнено климатическими особенностями в сочетании с изменениями в характере эксплуатации оросительных систем. Хронической особенностью последних лет является низкая численность личинок в биотопах. Значительная часть сбросовых каналов запущена, наглухо заросшие каналы непригодны для развития личинок. Ранее мы упоминали о прекращении возделывания культуры риса в данном районе, а теперь экономические факторы способствуют крайне скудному использованию воды для полива. Воду из магистрального канала теперь не разбирают в прежних масштабах и, как следствие, стали складываться новые специфические условия в системе сбросовых водоемов.

На последнем этапе нашей работы доля *A. messeae* в выборках из Бехтер уменьшилась настолько, что летом он уступал по численности *A. maculipennis*, а осенью – *A. hyrcanus*. Это наиболее крупное и неожиданное изменение за последние 6 лет. Присутствие в Бехтерах *A. atroparvus* остается в пределах, характерных для него в этой местности ранее.

Из всех видов, населяющих Нижнее Приднепровье, наиболее важным для нас объектом являлся *A. messeae*. Это было вызвано дополнительными возможностями его цитогенетического анализа, основанными на хорошо развитом внутривидовом инверсионном полиморфизме. Уменьшение доли наиболее привлекательного для нас вида в сборах из Бехтер вынудило нас расширить круг биотопов, сохраняющих основные черты условий существования в данной местности. В 20-ти км восточнее Бехтер у с. Долматовка мы отобрали несколько проб из канала, основное отличие которого состояло в том, что на участке в 50 м было разобрано бетонное покрытие ложа канала (для облегчения водопоя скота). Как следует из данных таблице 2, именно эти условия оказались наиболее благоприятными для *A. atroparvus*. Что касается *A. messeae*, то он и здесь уступал по численности летом *A. atroparvus*, а осенью и *A. hyrcanus*.

Несколько неожиданными оказались для нас результаты анализа выборки из пос. Рыбальче. Это был другой дополнительный пункт в наших исследованиях. Рыбальче лежит в 20-ти км ниже по течению по отношению к Голой Пристани. Близость лимана увеличивала вероятность захода соленых вод, и тем, очевидно, подготавливала лучшие условия для развития галофильного вида. Однако сбросные каналы рыборазводных прудов окр. Рыбальчего были преимущественно заселены смесью *A. hyrcanus* и *A. messeae* при полном отсутствии *A. atroparvus*.

Таким образом, положение *A. messeae*, как абсолютно доминирующего в Нижнем Приднепровье вида, несколько раз по разным причинам оказывалось поколебленным. Но ни одна из выявленных за посление 40 лет тенденций не

оказалась настолько устойчивой, чтобы в корне изменить естественное для ландшафта соотношение видов. Однако значительное количество возникающих антропогенных по происхождению водоемов, как правило, больше соответствует требованиям других видов: *A. maculipennis*, *A. atroparvus* и *A. hyrcanus*.

Из приведеных фактов и соображений очевидно, что существующие представления об экологических особенностях видов комплекса еще недостаточны, чтобы анализировать природу видовой динамики. Одной из причин, тормозивших дифференцированное изучение экологии этих видов, была трудность идентификации личинок и имаго. Теперь во многом эта трудность преодолена.

Выводы

1. В Нижнем Приднепровье массово встречаются *A. messeae*, *A. maculipennis*, *A. atroparvus* и *A. hyrcanus*.

2. Цитогенетический анализ видов-двойников выявил их биотопическую приуроченность.

3. В нормальном состоянии пойма Днепра заселена *A. messeae*, другие виды могут присутствовать в качестве примеси. При удалении от поймы возрастает доля *A. atroparvus* и *A. maculipennis*.

4. Оросительные системы заселены смесью видов, причем ранее доминировавший *A. messeae* часто уступает по численности другим видам.

5. Для последних 6 лет характерна экспансия *A. hyrcanus*, который к концу сезона встречается практически во всех биотопах.

Алексеев Е. В. Характеристика популяции комаров р. Anopheles на территории Крыма // Мед. пар. и пар. бол. – 1974. – № 1. – С. 5—9.

Гуцевич А. В., Мончадский А. С., Штакельберг А. А. Насекомые двукрылые. – Л. : Наука, 1970. – 384 с. – (Фауна СССР; Т. 3, вып. 4).

Линник П. Н., Журавлева Л. А., Самойленко В. Н., Набиванец Ю. Б. Влияние режима эксплуатации на качество воды днепровских водохранилищ и устьевой части Днепра // Гидробиол. журн. – 1993. – **29**, № 1. – С. 86—98.

Прендель О. Р. До питання про поширення різновидностей Anopheles maculipennis в степовій Україні // Пр. протозойно-паразитол. відділу Одеського бактеріол. ін-ту і Обл. малярійної станції. – К. : Держ. мед. вид-во, 1937. – С. 64—78.

Стегний В. Н., Пестрякова Т. С., Кабанова В. М. Цитогенетическая идентификация видов-двойников малярийного комара Anopheles maculipennis и Anopheles messeae (Diptera, Culicidae) // Зоол. журн. – 1973. – **52**, № 11. – С. 1671—1675.

Стегний В. Н., Кабанова В. М. Хромосомный анализ малярийных комаров Anopheles atroparvus, Anopheles maculipennis (Diptera, Culicidae) // Зоол. журн. – 1978. – **57**, № 4. – С. 613—619.

Шевченко А. К., Карро-Басовой З. К. Изменение подвидового состава Anopheles maculipennis на некоторых участках долины Днепра в связи со строительством каскада водохранилищ // Проблемы паразитол. – 1972. – № 2. – С. 435—437.

Шуваликов В. Б. Виды-двойники малярийного комара комплекса Anopheles maculipennis в Нижнем Приднепровье (цитогенетический анализ) // Зоологический мониторинг антропогенных воздействий. – Киев, 2003. – С. 59—64.